

Мелентьев А.В., Серебряков П.В., Жеглова А.В.

**ВЛИЯНИЕ ШУМА И ВИБРАЦИИ НА НЕРВНУЮ РЕГУЛЯЦИЮ СЕРДЦА**

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, ул. Семашко, 2, г. Мытищи, Московская обл., РФ, 141014

Изучено влияние шума и вибрации на нервную регуляцию сердца у работников, занятых в неблагоприятных условиях труда. Доказано, что под воздействием шумовибрационного фактора выявляются признаки кардионейропатии, проявляющиеся снижением общего вегетативного влияния на сердечный ритм, а также перераспределением его в сторону повышения активности симпатической нервной системы. Более выраженные изменения выявляются в дневное время. Установлено, что при комбинированном воздействии шума и вибрации на человека приоритетная роль по негативному влиянию на регуляцию сердца принадлежит вибрационному фактору.

**Ключевые слова:** шум; вибрация; регуляция сердца; вариабельность сердечного ритма.

**Для цитирования:** Мелентьев А.В., Серебряков П.В., Жеглова А.В. Влияние шума и вибрации на нервную регуляцию сердца. *Мед. труда и пром. экол.* 2018. 9:19–23. DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2018-9-19-23>

Melentev A.V., Serebryakov P.V., Zheglova A.V.

INFLUENCE OF NOISE AND VIBRATION ON NERVOUS REGULATION OF HEART.

Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman, 2, Semashko str., Mytischki, Moscow region, Russian Federation, 141014

The authors studied influence of noise and vibration on cardiac nervous regulation in workers exposed to unfavorable work conditions. Evidence is that noise and vibration induce cardioneuropathy signs manifested in lower general vegetative influence on cardiac rhythm, as well as in its shift to higher activity of sympathetic nervous system. More marked changes are seen at daytime. Findings are that in combined influence of noise and vibration on humans, priority role of negative influence on cardiac regulation is taken by vibration factor.

**Key words:** noise; vibration; regulation of the heart; heart rate variability.

**For quotation:** Melentev A.V., Serebryakov P.V., Zheglova A.V. Influence of noise and vibration on nervous regulation of heart. *Med. truda i prom. ekol.* 2018. 9: 19–23. DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2018-9-19-23>

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Acknowledgement.** The study had no sponsorship.

**Введение.** Изменения в организме, происходящие под влиянием шума и вибрации, в настоящее время достаточно сложны и до конца не изучены [1,2]. Являясь общебиологическими раздражителями, шум и вибрация могут влиять на все органы и системы организма, вызывая разнообразные физиологические изменения [3,4]. Исследования последних лет показали, что формирование патологического процесса при шумовибрационной нагрузке происходит постепенно, формируя функциональные сдвиги со стороны отдельных систем организма человека, в том числе и со стороны сердечно-сосудистой системы [5,6].

Особенности реакции кардиоваскулярной системы напрямую зависят от характера и интенсивности шума и вибрации, продолжительности их воздействия в течение рабочего времени [7,8]. С увеличением стажа работы возрастает число лиц, у которых диагностируются нарушения со стороны сердечно-сосудистой системы [9]. Начальные изменения проявляются в виде колебания артериального давления и частоты сердечных сокращений, изменения липидного спектра и сосудистого тонуса, а также в виде снижения общей

вариабельности сердечного ритма (ВСР) со сдвигом в сторону симпатической иннервации [10,11]. Последние изменения приводят к нарушению регуляции сердца, что проявляется снижением его функционального резерва и увеличением риска формирования сердечно-сосудистых заболеваний [12].

Изменение частоты сердечных сокращений в процессе трудовой деятельности можно рассматривать в качестве универсальной адаптационной реакции целостного организма в ответ на воздействие факторов внешней среды [13]. По данным литературных источников установлено, что шумовибрационный фактор негативно влияет на регуляцию сердечного ритма, но до сих пор не определено, какой вклад каждый из этих факторов в отдельности определяет изменения ВСР [14,15].

**Цель исследования** — оценить роль шума и вибрации в изменении регуляции сердца у работников, подвергающихся воздействию неблагоприятных условий труда.

**Материалы и методы.** С целью определения состояния вегетативной регуляции сердечного ритма

у работников, подвергающихся воздействию шума и вибрации в различных по интенсивности сочетаниях, проведено исследование показателей ВСР. В 1-ю группу включены работники, у которых уровни шума и вибрации на рабочих местах находились в допустимых пределах (класс условий труда — 2), либо незначительно превышали гигиенические нормативы (класс условий труда 3.1.). Вторую группу составили работники, подвергающиеся воздействию шума, уровни которого соответствовали от 3.2. до 3.4. класса вредности, а также контактирующие с виброгенерирующим оборудованием, с уровнями вибрации, соответствующими допустимым (от 2 до 3.1 класса). В 3-ю группу вошли работники, контактирующие с вибрацией, соответствующей уровням от 3.2 до 3.4 класса, и шумом, параметры которого соответствовали 3.1 классу условий труда. В 4-ю группу включены работники, подвергающиеся наиболее выраженному воздействию шумовибрационного фактора, т. к. параметры шума и вибрации соответствовали классам 3.2–3.4. Возрастно-стажевые характеристики (среднее (М) и стандартное отклонение (SD)) обследованных достоверно не различались по группам (табл. 1).

Проведено 24-часовое ЭКГ-мониторирование с анализом ВСР на аппарате ЭКГ CardioDay Holter (Германия) с оценкой показателей согласно Национальным российским рекомендациям по применению методики холтеровского мониторирования в клини-

ческой практике (2014 г.) для анализа 24-часовых и 5-минутных записей.

У обследованных оценены следующие временные показатели ВСР: 1) SDNN (мс) — стандартное отклонение всех RR-интервалов (отражает суммарное влияние на синусовый узел вегетативной нервной системы); 2) SDANN (мс) — стандартное отклонение средних RR-интервалов за каждые 5 мин. (используется для оценки низкочастотных компонентов вариабельности); 3) rMSSD (мс) — квадратный корень из средней суммы квадратов разностей последовательных RR-интервалов (показатель активности парасимпатического звена вегетативной регуляции); 4) NN50 (кол-во) — число RR-интервалов, отличающихся от соседних более чем на 50 мс; 5) pNN50 (%) — отношение NN50 к общему числу RR-интервалов (показатели NN50 и pNN50 отражают влияние парасимпатической регуляции).

Определены также спектральные (частотные) показатели ВСР: 1) LF (low frequency) — мощность спектра в диапазоне колебаний низкой частоты 0,04–0,15 Гц (мс<sup>2</sup>), отражающая влияние симпатического отдела вегетативной нервной системы на сердечный ритм; 2) HF (high frequency) — мощность спектра в диапазоне колебаний высокой частоты 0,15–0,4 Гц (мс<sup>2</sup>), отражающая преимущественно влияние парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. Показатели LF и HF представлялись в нормализованных единицах (н.е.). Симпа-

Таблица 1

**Возрастно-стажевые характеристики обследованных по группам условий труда (M±SD)**

Шум (класс условий труда)	Вибрация (класс условий труда)	
	2–3.1	3.2–3.4
2–3.1	<b>1 группа</b> (n=87) Возраст — 51,1±10,4 Стаж — 24,8±8,6	<b>3 группа</b> (n=37) Возраст — 53,4±9,1 Стаж — 26,4±5,9
3.2–3.4	<b>2 группа</b> (n=20) Возраст — 54,4±7,4 Стаж — 26,3±7,7	<b>4 группа</b> (n=66) Возраст — 54,4±5,9 Стаж — 24,4±6,2

Таблица 2

**Временные показатели вариабельности сердечного ритма у обследованных (медиана и межквартильный интервал)**

Показатель	1 группа	2 группа	3 группа	4 группа
SDNN, мс	153 (136,5–174)	142,5 (119,3–183,25)	119 (105–141)	127 (102,25–148,5)*
	W <sub>1-3</sub> =4,91; W <sub>2-3</sub> =2,23; W <sub>1-4</sub> =5,09; W <sub>2-4</sub> =2,08			
SDANN, мс	139 (119,5–162,5)	131 (114,3–172)	105 (94–126)	111,5 (93,25–135)*
	W <sub>1-3</sub> =4,88; W <sub>2-3</sub> =2,63; W <sub>1-4</sub> =4,75; W <sub>2-4</sub> =2,22			
rMSSD, мс	30 (25–40)	27 (21–35)	29 (23–35)	30 (21,5–36,75)
NN 50	6533 (2728,5–11804,5)	3602,5 (2185,8–7625,8)*	4202 (1341–8524)*	4241 (2063–8427,3)*
	W <sub>1-3</sub> =2,76; W <sub>1-4</sub> =2,56			
pNN 50, %	7 (3–12)	3,5 (2–6,5)*	4 (1–8)*	4 (2–8,5)*
	W <sub>1-2</sub> =2,24; W <sub>1-3</sub> =2,71; W <sub>1-4</sub> =3,06			

Примечания: \* — достоверность различий: W<sub>n-m</sub> — различия достоверны между группами n и m, критическое значение критерия Вилкоксона W<sub>эм.</sub>=1,96 при p<0,05.

Таблица 3

**Частотные показатели вариабельности сердечного ритма у обследованных (медиана и межквартильный интервал)**

Показатель		1 группа	2 группа	3 группа	4 группа
День	LF-Norm	74,9 (63,7–82,2)	71,4 (63,3–78,7)	79,9 (71,5–85,4)	79,9 (56,6–86,5)
	HF-Norm	14,9 (9,7–24,3)	13,8 (10,1–19,6)	8,2 (6,3–15,6)*	10,8 (6,0–23,1)*
		$W_{1-3}=2,26; W_{1-4}=2,03$			
Ночь	LF/HF	5,0 (2,5–8,8)	5,6 (3,2–7,1)	9,9 (4,6–13,5)*	7,5 (2,0–14,9)
		$W_{1-3}=2,49$			
	LF-Norm	71,0 (51,0–79,0)	66,4 (56,6–79,7)	70,5 (47,3–77,6)	70,3 (59,2–78,9)
	HF-Norm	18,5 (10,7–41,6)	13,9 (9,3–33,0)	16,7 (11,2–26,3)	18,3 (9,6–31,3)
	LF/HF	3,9 (1,2–7,7)	4,2 (1,8–7,4)	3,7 (2,0–5,9)	3,8 (1,9–8,5)

Примечания: \* — достоверность различий:  $W_{n-m}$  — различия достоверны между группами n и m, критическое значение критерия Вилкоксона  $W_{эмп.}=1,96$  при  $p<0,05$ .

топарасимпатический баланс определялся по отношению LF/HF.

Данные показатели по группам представлены в виде медианы и межквартильного интервала. Достоверность различий оценивалась с применением критерия Вилкоксона.

**Результаты и их обсуждение.** Уровни SDNN, отражающего общее вегетативное влияние на синусовый узел, были наиболее высокими у обследованных 1 группы — 153 мс, т. е. у лиц, подвергавшихся минимальным уровням шума и вибрации (табл. 2). Несколько ниже значения медианы SDNN отмечены у обследованных 2 группы (142,5 мс), подвергающихся воздействию шума, соответствующего уровням от 3.2 до 3.4 класса. У обследованных 3 и 4 групп, подвергающихся наиболее высоким уровням вибрационного фактора, медиана SDNN была достоверно ниже соответственно 119 и 127 мс ( $p<0,05$ ).

Снижение вегетативного влияния происходило за счет уменьшения выраженности низкочастотного компонента, что более ярко демонстрировало уровни SDANN, которые были максимальными у обследованных 1 группы — 139 мс, несколько ниже во 2 группе — 131 мс. Это также указывало на определенную роль шумовой нагрузки. Однако наиболее выраженное и достоверное снижение SDANN по сравнению с 1 и 2 группами отмечалось в 3 и 4 группах — 105 и 111,5 мс соответственно ( $W_{1-3}=4,88, W_{2-3}=2,63, W_{1-4}=4,75, W_{2-4}=2,22, p<0,05$ ).

Обращало на себя внимание то, что показатель рNNS0, также отражающий степень парасимпатической активности, был максимально высоким у обследованных 1 группы (7,0%) и был достоверно выше, чем во 2–4 группах ( $W_{1-2}=2,24, W_{1-3}=2,71, W_{1-4}=3,06, p<0,05$ ).

Таким образом, временные показатели ВСР демонстрировали значимую роль шумовибрационного фактора в снижении вегетативной регуляции сердечного ритма, в первую очередь за счет уменьшения парасимпатического влияния и смещения вегетативного баланса в пользу симпатического компонента.

Анализ частотных показателей ВСР (табл. 3) свидетельствовал о снижении парасимпатического влияния в дневное время за счет достоверного снижения

уровней мощности спектра в диапазоне колебаний высокой частоты (HF). Данная картина происходит при более значимом воздействии шумо-вибрационного фактора.

Наиболее выраженное влияние парасимпатического компонента отмечено у обследованных 1 группы — 14,9 мс<sup>2</sup>, а наиболее низкие значения HF-Norm отмечены у обследованных 3 и 4 групп — 8,2 и 10,8 мс<sup>2</sup> соответственно ( $W_{1-3}=2,26, W_{1-4}=2,03, p<0,05$ ). Превышение симпатического компонента в дневное время демонстрировало достоверное повышение соотношения мощностей спектров низко- и высокочастотных колебаний (LF/HF) в 3 группе — 9,9 ( $W_{1-3}=2,49, p<0,05$ ). Убедительных различий с частотными показателями ВСР, регистрируемых в ночное время, не выявлено.

**Выводы:**

1. Полученные результаты свидетельствовали о том, что шум и вибрация в комплексе факторов рабочей среды способствует формированию явлений кардионейропатии, проявляющейся снижением суммарного вегетативного влияния на сердечный ритм, перераспределением его в сторону повышения симпатической активности в виде достоверного и более раннего снижения ВСР.

2. У работников, подвергающихся воздействию шума и вибрации, наиболее выраженные изменения ВСР в виде снижения уровней вариабельности, повышения симпатического тонуса формируются при существенном превышении гигиенических нормативов (класс условий труда 3.2 и выше).

3. Определено, что негативные сдвиги в регуляции сердечного ритма в большей степени выявляются в дневное время, в тот период, когда работники активно заняты в трудовом процессе.

4. При одновременном воздействии вибрации и шума приоритетная роль по негативному влиянию на вегетативную регуляцию ритма сердца принадлежит вибрационному фактору.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES стр. 7,11)

1. Атшбарова С.Ш. Современные аспекты изучения воздействия шумового фактора на здоровье населения. *Гиг. труда и мед. экология*. 2011; 3: 3–10.
2. Васильева И.Н., Беспалов В.Г., Зинкин В.Н. Низкочастотный шум как вредный фактор, повышающий частоту хромосомных aberrаций и усиливающий клеточную гибель. *Мед. труда и пром. экол.* 2017; 3: 22–6.
3. Устинова О.Ю., Власов Е.М., Лужецкий К.П., Иванов А.Ю. Преморбидные маркеры сердечно-сосудистых заболеваний у работников горного производства. *Мед. труда и пром. экол.* 2014; 12: 28–31.
4. Зинкин В.Н. Шешегов П.М. Клинические аспекты профессиональной сенсоневральной тугоухости акустического генеза. *Вестник оториноларингологии*. 2015; 6: 65–70.
5. Кирьяков В.А., Сухова А.В., Крылова И.В., Новикова А.В. Гормонально-метаболические нарушения у рабочих машиностроения. *Мед. труда и пром. экол.* 2011; 7: 27–9.
6. Обухова М.П., Валева Э.Т., Волгарева А.Д., Галимова Р.Р., Гимранова Г.Г. Анализ результатов изучения гемомикроциркуляции у лиц, подвергающихся воздействию различных производственных факторов. *Пермский мед. ж-л*. 2016; 33; 4: 94–101.
8. Солдатов С.К., Чистов С.Д., Зинкин В.Н., Рыженков С.П., Поляков Н.М. Вегетативная реактивность у технического персонала аэродрома в условиях применения средств индивидуальной защиты органа слуха от шума. *Мед. труда и пром. экол.* 2014; 11: 45–8.
9. Измеров Н.Ф. Бухтияров И.В., Ермакова М.А., Шпагина Л.А. Особенности системы гемостаза и факторы роста эндотелия сосудов при артериальной гипертензии в условиях высокого профессионального риска. *Мед. труда и пром. экол.* 2014; 1: 1–6.
10. Измайлова О.А., Липатова Л.В. Профилактика сердечно-сосудяного риска у горнорабочих. *Мед. труда и пром. экол.* 2016; 3: 34–6.
12. Власова Е.М., Алексеев В.Б., Носов А.Е., Ивашова Ю.А. Состояние вегетативной нервной системы у работников при многосменном режиме работы с ночными сменами. *Мед. труда и пром. экол.* 2016; 8: 28–32
13. Носов А.Е., Байдина А.С., Власова Е.М., Алексеев В.Б. Анализ вариабельности сердечного ритма при нарушении сердечной деятельности у работников нефтедобывающего предприятия. *Гиг. и санитария*. 2016; 95: 41–5.
14. Лапко И.В., Кирьяков В.А., Павловская Н.А., Жеглова А.В., Ошкадеров О.А. Воздействие комплекса физических факторов на нейрогормональную регуляцию у рабочих горнодобывающей промышленности и машиностроения. *Санитарный врач*. 2015; 2: 9–15.
15. Панкова В.Б., Федина И.Н., Волгарева А.Д. и др. *Профессиональная нейросенсорная тугоухость: диагностика, профилактика, экспертиза трудоспособности*. Монография. 2017.
2. Vasileva I.N., Bespalov V.G., Zinkin V.N. Low-frequency noise as a harmful factor that increases the frequency of chromosomal aberrations and increases cell death. *Med. truda i prom. ecol.* 2017; 3: 22–6 (in Russian).
3. Ustinova O.Y., Vlasov E.M., Luzhetsky K.P., Ivashov A. Y. Premorbid markers of cardiovascular diseases in workers of mining production. *Med. truda i prom. ecol.* 2014; 12: 28–31 (in Russian).
4. Zinkin V.N. Sheshegov P.M. Clinical aspects of professional sensorineural hearing loss of acoustic Genesis. *Vestnik otorinolaringologii*. 2015; 6: 65–70 (in Russian).
5. Kiryakov V. A., Sukhova A.V., Krylova I. V., Novikova A.V. Hormonal and metabolic disorders in machine-building workers. *Med. truda i prom. ecol.* 2011; 7: 27–9 (in Russian).
6. Obukhova, M.P., Valeyeva E.T., Volgareva D.A., Galimova R.R., Gimranova G.G. Analysis of the results of the study of hemomicrocirculation in individuals exposed to various production factors. *Permskij medicinskij zhurnal*. 2016; 33; 4: 94–101 (in Russian).
7. Fernández-D' J. Pool, J. Butrón, J. Colina-Chourio. Effect of noise on blood pressure in workers of a Venezuelan oil company. *Investigation Clinica*. 2010; 51: 398–404.
8. Soldatov S.K., Chistov S.D., Zinkin V.N., Ryzhenkov S.P., Polyakov N.M. Vegetative reactivity of the airfield technical personnel in the conditions of application of means of individual protection of the hearing body from noise. *Med. truda i prom. ecol.* 2014; 11: 45–8 (in Russian).
9. Izmerov N.F. Bukhtiyarov I.V., Ermakova M.A., Shpagina L.A. Features of hemostatic system and growth factors of vascular endothelium in hypertension in conditions of high professional risk. *Med. truda i prom. ecol.*. 2014; 1: 1–6 (in Russian).
10. Izmailova O.A., Lipatova L.V. *Med. truda i prom. ekologija*. 2016; 3: 34–6 (in Russian).
11. Stockholm Z.A., Bonde J.P., Christensen K.L. et al. Occupational noise exposure and the risk of hypertension. *Epidemiology*. 2013; 24: 135–42.
12. Vlasova E.M., Alekseev V.B., Nosov A.E., Ivashov, Y.A. Autonomic nervous system of workers engaged in multi-shift operation with night shifts. *Med. truda i prom. ecol.* 2016; 8: 28–32 (in Russian).
13. Nosov A.E., Baidina A.S., Vlasova E.M., Alekseev V.B. Analysis of heart rate variability in violation of cardiac activity in workers of the oil company. *Gig. i sanitariya*. 2016; 95: 41–5 (in Russian).
14. Lapko I.V., Kiryakov V.A., Pavlovskaya N.A., Zheglova A.V., Oshkaderov O.A. Influence of the complex of physical factors on the neurohormonal regulation of the workers in the mining and engineering. *Sanitarnyj vrach*. 2015; 2: 9–15 (in Russian).
15. Pankova V.B., Fedina I.N., Volgareva A.D. et al. *Professional sensorineural hearing loss: diagnosis, prevention, examination of working capacity*. Monograph. 2017 (in Russian).

Поступила 20.06.2018

REFERENCES

1. Atshabarova S.S. Modern aspects of study of the impact of noise factors on the health of the population. *Gig. truda i med. ehkologiya*. 2011; 3: 3–10 (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Мелентьев Андрей Владимирович (Melentev A.V.),  
 зав. научно-консулт. отд. с многопрофильным дневным  
 стационаром Института общей и профессиональной па-

тологии ФБУН «ФНЦ гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» канд. мед. наук. E-mail: amedik@yandex.ru.  
<http://orcid.org/0000-0002-1074-0841>.

Серебряков Павел Валентинович (Serebryakov P.V.), зав. терапевтич. отд. Института общей и профессиональной патологии ФБУН «ФНЦ гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» д-р мед. наук, проф. E-mail: drsilver@yandex.ru.

<http://orcid.org/0000-0002-8769-2550>.

Жеглова Алла Владимировна (Zheglova A.V.), вед. науч. сотр. Института общей и профессиональной патологии ФБУН «ФНЦ гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» д-р мед. наук, проф. E-mail: drzhl@yandex.ru.  
<https://orcid.org/0000-0002-2708-3294>.

УДК 615.91: 613.644: 613.6.027

Николаева Н.И.<sup>1</sup>, Ракитский В.Н.<sup>2</sup>, Ильницкая А.В.<sup>2</sup>, Федина И.Н.<sup>2</sup>, Преображенская Е.А.<sup>2</sup>, Филин А.С.<sup>1</sup>

## АНАЛИЗ КОМПЛЕКСНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СОЧЕТАННОГО ДЕЙСТВИЯ ВРЕДНЫХ ФАКТОРОВ ПРИ ПЛАЗМЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава РФ, ул. Трубецкая, 8/2, Москва, 119991, РФ;

<sup>2</sup>ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, ул. Семашко, 2, г. Мытищи, Московская обл., РФ, 141014

Проведены комплексные экспериментальные исследования, позволившие дифференцировать характер и степень выраженности изменений в организме теплокровных при изолированном и сочетанном действии вредных факторов, сопутствующих плазменной технологии. Установлено, что при сочетанном действии факторов в организме теплокровных развиваются выраженные морфофункциональные изменения, а именно: нарушение биоэнергетических процессов в миокарде, микроциркуляторные расстройства в головном мозге и подкожной соединительной ткани, усиление морфофункциональной активности спонгиозитов коркового слоя надпочечников; увеличение количества темных форм тучных клеток и снижение процессов дегрануляции в них.

Раздельное воздействие каждого из факторов не вызвало всего комплекса нарушений, а регистрируемые изменения были менее выражены. Выявлена стадийность воспалительно-дистрофических процессов респираторного тракта у рабочих, использующих плазменные технологии.

**Ключевые слова:** плазменная технология; субхронический эксперимент; сочетанное действие; шум; «оксидазные газы»; цитоморфологические и риноцитологические исследования; головной мозг; сердце; печень; надпочечники; пленочные препараты подкожной соединительной ткани; гомогенаты костного мозга, тимуса, селезенки.

**Для цитирования:** Николаева Н.И., Ракитский В.Н., Ильницкая А.В., Федина И.Н., Преображенская Е.А., Филин А.С. Анализ комплексных исследований сочетанного действия вредных факторов при плазменной технологии. *Мед. труда и пром. экол.* 2018. 9:23–28. DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2018-9-23-28>

Nikolayeva N.I.<sup>1</sup>, Rakitskii V.N.<sup>2</sup>, Ilnitskaya A.V.<sup>2</sup>, Fedina I.N.<sup>2</sup>, Preobrazhenskaya E.A.<sup>2</sup>, Filin A.S.<sup>1</sup>

EXPERIMENTAL STUDY OF COMBINED EFFECT OF HEALTH HAZARDS ASSOCIATED WITH PLASMA TECHNOLOGY.

<sup>1</sup>I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, 8/2, Trubetskaya str., Moscow, Russian Federation, 119991;

<sup>2</sup>Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman, 2, Semashko str., Mytischi, Moscow region, Russian Federation, 141014

Complex experimental studies enabled to differentiate character and degree of homoitherm body changes under isolated and combined exposure to hazards associated with plasma technology. Findings are that combined exposure to hazards induces in homoitherm body severe morpho-functional changes: compromised bioenergetic processes in myocardium, microcirculatory disorders in brain and subcutaneous connective tissue, increased morpho-functional activity of spongiocytes in adrenal cortex; higher number of dark mastocytes and their depressed degranulation.

When isolated, each of the factors caused not all the complex of disorders, and the changes registered were less marked. Inflammatory and dystrophic changes appeared to occur in stages involving respiratory tract of workers using plasma technologies.